

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЭМУЛЬСИЙ И СУСПЕНЗИЙ НА НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**О.С. Щенникова****Научный руководитель – к.ф.-м.н., старший преподаватель А.О. Жданова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Пожары – самые распространенные чрезвычайные события в современном мире, наносящие большой материальный ущерб и связанные с гибелью людей. По числу погибших от пожаров Россия занимает лидирующую позицию. [1]. Особое внимание традиционно уделяется противопожарной защите опасных производств, поскольку даже при нормальном (безаварийном) режиме работы оборудования возможно выделение взрывоопасных веществ. В настоящее время на территории России расположены более 600 насосных станций по перекачке нефти. Каждый такой объект относится к наиболее пожаровзрывоопасному классу. Вероятность возникновения пожаров на объектах нефтяной отрасли обусловлена высокой пожароопасностью используемых материалов и веществ (например, нефти и нефтепродуктов), а также технологического оборудования [7].

Анализ макроскопических закономерностей парообразования жидкости в зоне пламени позволяет заключить, что одним из факторов, существенно влияющих на интенсивность испарения тушащей среды, является ее компонентный состав [5]. Так для усиления огнетушащих свойств воды и снижения непроизводительных потерь часто используются дополнительные примеси. К настоящему времени разработана большая база специализированных добавок к воде, способствующих увеличению вязкости тушащей жидкости – огнетушащие пены, или снижению поверхностного натяжения последней – смачиватели, а также пламегасители на основе солей и соответствующих растворов. Применяемые для пожаротушения пенообразователи представляют собой концентрированные растворы поверхностно – активных веществ (ПАВ), то есть добавок, обеспечивающих термическую и гидростатическую устойчивость, низкую температуру замерзания пенного концентрата и ингибиторов коррозии и вещества, обеспечивающих совместимость компонентов. В зависимости от применения пенообразователи разделяют на две классификационные группы: пенообразователи общего и целевого назначения. Пенообразователи общего назначения используются для получения пены и растворов смачивателей при тушении пожаров нефти, нефтепродуктов и твердых горючих материалов и получили наиболее широкое применение из – за доступности сырья и относительно низкой стоимости. Пенообразователи целевого назначения применяются для приготовления пены для пожаров отдельных видов горючих жидкостей или в особых условиях (например, при низких температурах, с морской водой). Все пенообразователи общего и целевого назначения должны соответствовать требуемым нормам, а именно не иметь осадка и посторонних механических включений, храниться при температуре в помещении не выше 40°C и не ниже 5°C (оптимальная температура 20 °C) в емкостях из нержавеющей стали или полимерных материалов [6].

Для получения пенообразующего раствора (рабочего раствора) исходный пенный концентрат – пенообразователь разбавляют на 94 – 99 % водой так, чтобы содержание пенообразователя в рабочем растворе составило не более 6 % [8]. Концентрация рабочего раствора зависит от типа пенообразователя, точнее от природы ПАВ, на основе которых изготовлены эти пенообразователи. Для более эффективного тушения пожаров приготовление концентратов пенообразователей требует точности дозирования пенообразователя в воде, что может быть обеспечено с помощью автоматизации данного процесса. Поэтому цель данной работы заключается в разработке автоматизированной системы управления процессом приготовления эмульсий или суспензий и экспериментальном исследовании влияния специализированных добавок (пенообразователей) на условия подавления пламенного горения и термического разложения типичных лесных горючих материалов (ЛГМ). Под эмульсией понимается жидкость, содержащая мелкие капли другой, нерастворимой в ней жидкости, суспензией является жидкость со взвешенными в ней мелкими твердыми частицами [2].

Разработанная автоматизированная система управления процессом приготовления эмульсий и суспензий предназначена для производства жидких растворов с определенной концентрацией какого – либо компонента. В данной системе основной регулируемой величиной является расход компонентов и готовой смеси. Разработанная структурная схема предусматривает измерение расхода компонентов и смеси расходомерами. Расход контролируется за счет дросселирования потока вещества через регулирующий орган, установленном на трубопроводе. Спроектированная система является трехуровневой. Нижний уровень включает датчики измерения температуры, расхода и вязкости, а также запорную арматуру и исполнительные механизмы. На среднем уровне располагается контроллер, на верхнем уровне – АРМ оператора [3].

При проведении экспериментального исследовании влияния содержания пенообразователя в воде на характеристики процесса тушения использовалась смесь ЛГМ в массовом соотношении компонентов: ветки лиственных пород деревьев – 60%, листья березы – 25 %; хвоя сосны – 15 %. ЛГМ перед проведением исследований предварительно подсушивались в течение 3-5 дней при температуре около 300 К. В качестве тушащих жидкостей применялись растворы на основе дистиллированной воды с добавлением пенообразователей «Прогресс», АFFF и AR [4]. Тушение очагов производилось жидкостным аэрозолем с радиусом капель 0,1–0,15 мм. Для генерации дисперсного потока использовалась система, состоящая из распылительной форсунки, емкости с водой под давлением и подводящего канала. Эффективность пены, или огнетушащая способность, оценивалась временем тушения модельного очага до момента полного подавления горения и объемом воды, затраченной на тушение. На рисунке 1 представлены полученные в результате анализа экспериментальных данных зависимости времен подавления термического разложения ЛГМ (смеси ЛГМ) от диаметра d_f и высоты h_f модельного очага при тушении жидкостным аэрозолем.

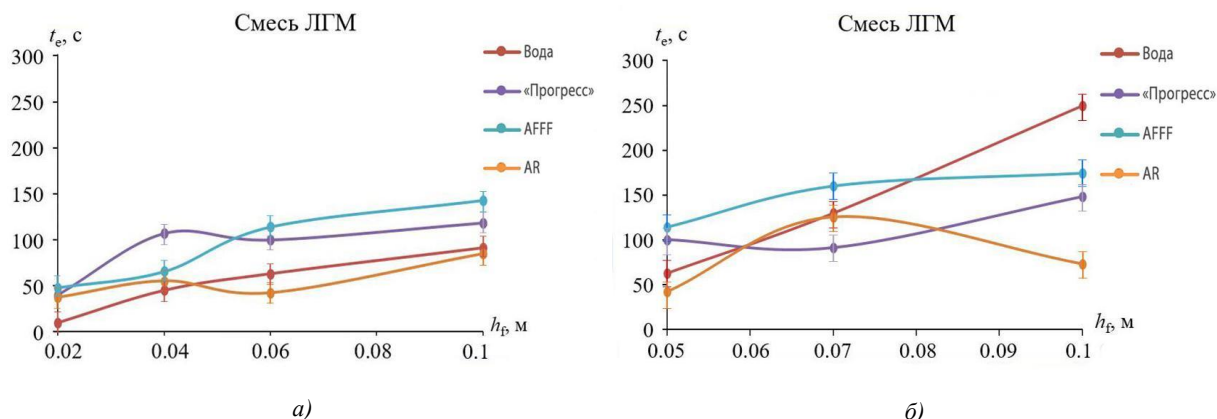


Рис 1. Длительности подавления термического разложения ЛГМ (хвоя и смесь ЛГМ) при варьировании: а – диаметра d_f модельного очага горения ЛГМ высотой $h_f \approx 50$ мм при тушении жидкостным аэрозолем, б – высоты h_f модельного очага горения ЛГМ диаметром $d_f \approx 60$ мм при тушении жидкостным аэрозолем

Выполненные эксперименты показали, что наиболее эффективным является пенообразователь AR, так как наименьшие времена тушения t_e модельного очага. Более полной характеристикой эффективности, наряду с временем тушения t_e , считается объем пенообразующего раствора, затраченный на тушение. Лучшая эффективность, то есть минимальный объем, израсходованный на тушение модельного очага горения ЛГМ (смеси ЛГМ) отмечается также у раствора с добавлением пенообразователя AR.

Результатом выполнения работы является разработанная автоматизированная система управления, позволяющая производить жидкие растворы с определенной концентрацией какого – либо компонента (эмульсии или суспензии) методом циркуляционного перемешивания, подогрева и поддержания заданной температуры растворов.

Исследование выполнено за счет гранта Президента РФ (проект МК-1684.2017.8).

Литература

1. Брушлинский Н. Н., Соколов С. В. Международная пожарная статистика международной ассоциации пожарно-спасательных служб // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. – 2016. – № 1. – С. 72-104.
2. Волошенко А.В., Горбунов Д.Б. Проектирование систем автоматического контроля и регулирования. Учебное пособие. – 2-е изд. – Томск: ТПУ, 2011. – 108 с.
3. Глушенко, В. Н. Обратные эмульсии и суспензии в нефтегазовой промышленности. – М.: Интерконтакт Наука, 2008. – 728 с.
4. ГОСТ Р 50588-2012. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний. – М.: Стандартиформ, 2012. – 29 с.
5. Копылов Н.П., Хасанов И.Р., Кузнецов А.Е., Федоткин Д.В., Москвиллин Е.А., Стрижак П.А., Карпов В.Н. Повышение эффективности тушения лесных пожаров с использованием добавок к воде // Пожарная безопасность. – 2015. – №4. – С. 46 – 50.
6. Пешков В.В., Лебедев С.Ю., Кузьмин В.П. Порядок применения пенообразователей для тушения пожаров: Инструкция. – М.: ВНИИПО, 1996. – 28 с.
7. Реснянская А.С., Игаева А.Ю. Обеспечение пожарной безопасности на предприятиях нефтегазовой промышленности // Перспективы развития строительного комплекса. – 2016. – № 1. – С. 57-65.
8. Шароварников, А.Ф. Пенообразователи и пены для тушения пожаров: состав, свойства, применение. – М.: Пожнаука, 2005. – 335 с.